



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Bølgeenergisystemet ODIN

ODIN afrapportering

Kristensen, A.

Publication date:
2002

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Kristensen, A. (2002). *Bølgeenergisystemet ODIN: ODIN afrapportering*. Esbjerg Institute of Technology, Aalborg University.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

**Institut for Kemi og Anvendt ingeniørvidenskab
Aalborg Universitet Esbjerg
Rapport nr. 1**



Bølgeenergisystemet

ODIN

ODIN afrapportering

af

Anders Schmidt Kristensen

Copyright © 2002 Anders Schmidt Kristensen

Reproduktion af materialet indeholdt i denne rapport er tilladt forudsat at kilden er angivet. Kopier kan erhverves ved at kontakte Anders Schmidt Kristensen, Institut for Kemi og Anvendt ingeniørvidenskab, Aalborg Universitet Esbjerg, Niels Bohrs Vej 8, DK-6700 Esbjerg, Danmark. Telefon +45 79 12 76 66, FAX +45 75 45 36 43. Spørgsmål og kommentarer er velkomne og kan rettes til forfatteren på den ovennævnte adresse eller e-mail: ask@aue.auc.dk

Trykt på Aalborg Universitet Esbjerg, November 2002.

Forord

Denne rapport præsenterer resultaterne fra forsøg udført på bølgeenergianlægget ODIN i henhold til Energistyrelsens Journal nr. 51191/98-0010, ODIN - afprøvning i Nissum Bredning. Undersøgelsen er forestået af Anders Kristensen, Institut for Kemi og Anvendt ingeniørvidenskab, Aalborg Universitet Esbjerg (AAUE) samt Peter Frigaard, Aalborg Universitet (AAU), Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning.

Undersøgelsen er udført for og i samarbejde med ODIN's opfinder ODIN, Frede Hansen, Reberbanen 11, DK-6950, Ringkøbing, +45 97 32 34 40. Resultaterne af undersøgelsen er offentlig tilgængelig og rapporten er distribueret til henholdsvis Frede Hansen, Energistyrelsen og Danmarks Tekniske Bibliotek af AAUE. Der er desuden foretaget en videoptagelse af forsøget. Denne video er kun udleveret til Frede Hansen, men kan anskaffes efter henvendelse til undertegnede.

Tak til personalet på Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning, AAU.

Tak til Frede Hansen for en stor tålmodighed og et dejligt gemyt. Held og lykke i fremtiden.

Anders S. Kristensen

Projektansvarlig
Esbjerg, December 2002

Indhold

1	Indledning	1
1.1	Formål	3
1.2	Problemstilling	4
2	Planlægning	5
2.1	Planlagt tidsforbrug til planlægning og forsøg	5
2.2	Planlagt budget for modelfremstilling og forsøg	5
2.3	Faktisk tidsforbrug til planlægning og forsøg	5
2.4	Faktisk budget for modelfremstilling og forsøg	6
2.5	Delkonklusion	7
3	Detailkonstruktion	8
3.1	Konstruktion af forsøgsmodel	8
3.2	Styrkeberegninger	9
3.3	Delkonklusion	9
3.4	Fremstilling af forsøgsmodel	11
3.5	Delkonklusion	13
4	Forsøg	14
4.1	Delkonklusion	18
5	Resultater	19
6	Konklusion	21

Kapitel 1

Indledning

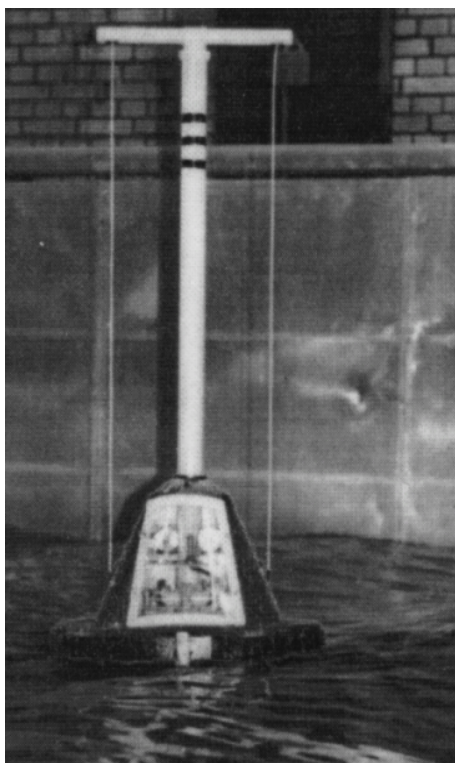
Opfinderen Frede Hansen, Ringkøbing, har opfundet bølgeenergi modellen ODIN, der anvender Point Absorber princippet. Anlægget består af en lodret mast fastgjort til havbunden samt en flyderenhed, der omkapsler masten. Flyderenheden flyder i havoverfladen. Den lodrette bevægelse af flyderenheden fremkommer idet flyderen påvirkes af en passerende bølge, det vil sige flyderen får en oscillerende bevægelse omkring den lodrette mast. Den lodrette bevægelse er således styret af den lodrette mast.

I september 1998 henvendte Frede Hansen sig til Anders Kristensen, Aalborg Universitet Esbjerg, Institut for Kemi og Anvendt ingeniørvidenskab, på foranledning af Peter Frigaard, Aalborg Universitet, Institut for Bølgehydraulik. Denne henvendelse skete med henblik på en udvikling af det mekaniske system i bølgeenergianlægget ODIN se figur 1.1. ODIN havde på dette tidspunkt gennemgået en forsøgsrække i bølgebassinet på Institut for Bølgehydraulik ved Peter Frigaard som er dokumenteret i [Frigaard og Koefoed (1998)].

Derfor blev der indledt et samarbejde mellem Frede Hansen og Anders Kristensen. I løbet af 1998 og 1999 blev der gennemført en række studenterprojekter med udgangspunkt i ODIN:

1. [Petersen og Madsen (1999)] ved vejleder Esko Theilgaard og Anders Kristensen
2. [Stub og Nielsen (2001)] ved vejleder Anders Kristensen
3. [Stub og Nielsen (2001)] ved vejleder Anders Kristensen
4. [Klein (1999)] ved vejleder Esko Theilgaard
5. [Jensen (1999)] ved vejleder Esko Theilgaard
6. [Jensen (2002)] ved vejleder Esko Theilgaard og Anders Kristensen

Ad. 1.: Denne lodrette oscillerende bevægelse omsættes til elektrisk energi via en tandstangsudveksling til generatorer.



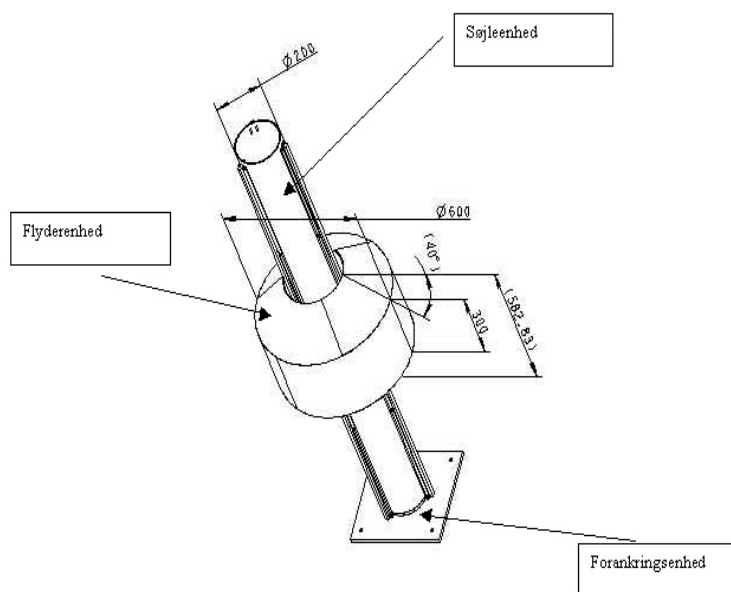
Figur 1.1: ODIN i dens oprindelige udformning af Frede Hansen [Frigaard og Koefoed (1998)].

Ad. 2.: Der fokuseredes på yderligere analyser af styrke og dynamik i systemet samt forankringsmodulet. Disse analyser skulle klarlægge hvilke målinger, der skulle foretages samt placeringen af målepunkter på eller omkring ODIN konstruktionen.

For at få et overblik over, hvilke kræfter et sådant anlæg bliver udsat for, blev det vurderet nødvendigt at have adgang til observationer og målinger.

I foråret 2000 blev en ansøgning om støtte til afprøvning af en forsøgsmodel se figur 1.2 ved Nissum Bredning accepteret Energistyrelsens Journal nr. 51191/98-0010, ODIN - afprøvning i Nissum Bredning. Sideløbende med dette forskningsprojekt blev der gennemført tre studenterprojekter fokuserende på avancerede styrkeberegninger af forsøgsmodellen.

ODIN projektet har været præsenteret på et møde om anvendelse af PMG'ere indenfor bølgekraft sektoren på Folkecentret for vedvarende energi i maj 2001 se bilag 1. Det blev tilkendegivet at ODIN i sin nuværende udformning er interessant i forbindelse med forsøg med PMG'ere under reelle driftsbetingelser. Dette skyldes at ODIN i stål udformning relativt nemt kan ud-/ombygges og desuden giver ODIN's skinnesystem gode muligheder for at placere en PMG'er præcist se



Figur 1.2: ODIN i dens nye udformning af Anders Kristensen.

figur 4.1.

1.1 Formål

Modellen skulle konstrueres på en sådan måde at der senere kan indbygges yderligere udstyr og aggregater til eksempelvis kalibrering.

Det var intentionen at opbygge en forsøgsmodel, der ville overleve de første forsøgsserier, hvor der ville være fokus på at observere ODIN's mekaniske virkemåde og opførsel. Dernæst var det sigtet at udbygge denne forsøgsmodel med henblik på at

- foretage kraftmålinger (vandret kraft), flytningsmålinger (heave) samt effektmålinger
- foretage forsøg til vurdering af betydningen af flyderens form og masse
- foretage styrkemålinger (strain gauge) på flyderenheden
- foretage styrkemålinger (strain gauge) på søjleenheden

Grundet dette er der fokuseret på at foretage en række styrkeberegninger på forsøgsmodellen samt udføre forsøgsmodellen i stål materialer også af hensyn til udbygning af forsøgsmodellen med henblik på senere forsøgsrækker. Desuden var det formålet at anvende kendte lavteknologiske principper og standardløsninger for at minimere prisen.

1.2 Problemstilling

Der var fokus på konstruktion og fremstilling af et bølgeenergi anlæg med anvendelse af forholdsvis lavteknologiske strukturelle og mekaniske løsninger af hensyn til pris og videreudvikling.

Kapitel 2

Planlægning

Dette afsnit uddyber de planlægningsmæssige tiltag, der har været forsøgt i forhold til de oprindelige intentioner.

2.1 Planlagt tidsforbrug til planlægning og forsøg

Der blev afsat 24 uger inden forsøgsperiodens start til detailkonstruktion og planlægning ved Anders Kristensen, Aalborg Universitet Esbjerg. Forsøgsperioden ville være i alt 48 uger:

- 24 uger til fremstilling af model og opstilling
- 16 uger til selve forsøgene
- 8 uger til rapportering

Dette tidsforbrug blev påberegnet med udgangspunkt i den projektansvarliges aktuelle undervisningsmæssige belastning samt prognoser for dennes belastning i foråret 2000.

2.2 Planlagt budget for modelfremstilling og forsøg

Ved Energistyrelsen blev der søgt der om et totalt støtte beløb på 240.000 dkr se figur 2.1.

2.3 Faktisk tidsforbrug til planlægning og forsøg

I forbindelse med projektperiodens start i august 2000 blev der udarbejdet en tidsplan for hele projektforløbet. Denne tidsplan blev sendt til Kim Nielsen, Rambøll, og Opfinder Frede Hansen. Der blev i forbindelse med denne planlægning ført

Budget for modellfremstilling og forsøg	
Ved Energistyrelsen søges der om:	
• Forsøgsmodel:	200.000,- dkr.
• Forsøgssophæng med måleanordning:	40.000,- dkr.
• I alt:	240.000,- dkr.
Ved Esbjerg Seminariefond søges i efteråret 2000 om:	
• Udstyr til måling:	100.000,- dkr.
• I alt:	100.000,- dkr.
AAUE afholder udgifter til:	
• Aflønning af Anders Kristensen under hele forløbet:	180.000,- dkr.
• Målinger:	70.000,- dkr.
• Rapportering (inklusive trykning af rapporter):	25.000,- dkr.
• Diverse omkostninger (rejse, ophold):	25.000,- dkr.
• I alt:	120.000,- dkr.
• Totale omkostninger:	460.000,- dkr.

Figur 2.1: Budget for ODIN projektet som anført i ansøgningen 2000.

samtaler med værkstedet på Aalborg Universitet Esbjerg for at fastlægge rammerne for tidsplanen.

Undervejs i projektforsløbet er der foretaget ændringer af tidsplanen af følgende årsager:

- Varetagelse af undervisningsmæssige forpligtigelser
- Planlægning og koordinering af nye uddannelser på AAUE i tilknytning til forskningsmiljøet omkring ODIN
- Manglende kapacitet i AAUE's maskinværksted (en person ansat)
- Manglende accept i AAUE's maskinværksted for projektets prioritering i forhold til andre opgaver
- Ferie i undervisningsfrie perioder og perioder med lav aktivitet fra prioriterede uddannelsesaktiviteter.

Grundet en voldsom belastning med nye kurser og administrative opgaver har det således ikke været muligt for den projektansvarlige Anders Kristensen at holde såvel tidsplan som den berammede forsøgsserie. Med en bedre organisation/projektledelse og et mere specialiseret værksted ville projektet sagtens kunne gennemføres indenfor de afstukne rammer i ansøgningen.

2.4 Faktisk budget for modellfremstilling og forsøg

I projektperioden er der foretaget perioderapportering en gang med henblik på dækning af en række omkostninger i forbindelse med fremstillingen af ODIN efteråret 2002.

Grundet at den overvejende del af fremstillingen er foregået i værkstedet på AAUE er omkostningerne holdt på et minimum. Således beløber de samlede omkostninger sig til ca. 30.000 dkr som det vil fremgå af slutregnskabet. Derudover har den projektansvarlige samt værkstedsteknikeren modtaget løn i samme periode.

Det ville således have hensigtsmæssigt at have haft kontakt til et professionelt værksted eksempelvis Esbjerg Oilfield Services med ekspertise indenfor offshorekonstruktioner. Derved kunne projektet givet have været gennemført på den halve tid og med en mere optimal udnyttelse af de søgte midler.

2.5 Delkonklusion

Det kan konkluderes at det ikke er hensigtsmæssigt for en ikke gearet organisation at påtage sig opgaver af denne karakter omend projektet forekommer begrænset i omfang. En række organisatoriske problemstillinger bør kortlægges og den organisatoriske formåen såvel projekt- og forskningsmæssigt samt praktisk bør dokumenteres. Det reelle tidsforbrug har således været som planlagt, men organisatoriske forhold har givet vanskelige arbejdsbetingelser.

Kapitel 3

Detailkonstruktion

I forbindelse med arbejdet med ODIN er der på Aalborg Universitet Esbjerg gennemført en projekter med fokus på løsning af en række problemstillinger eksempelvis:

- energitransmission
- service- og vedligeholde
- drivsystem og energilagring
- styrke
- forankring

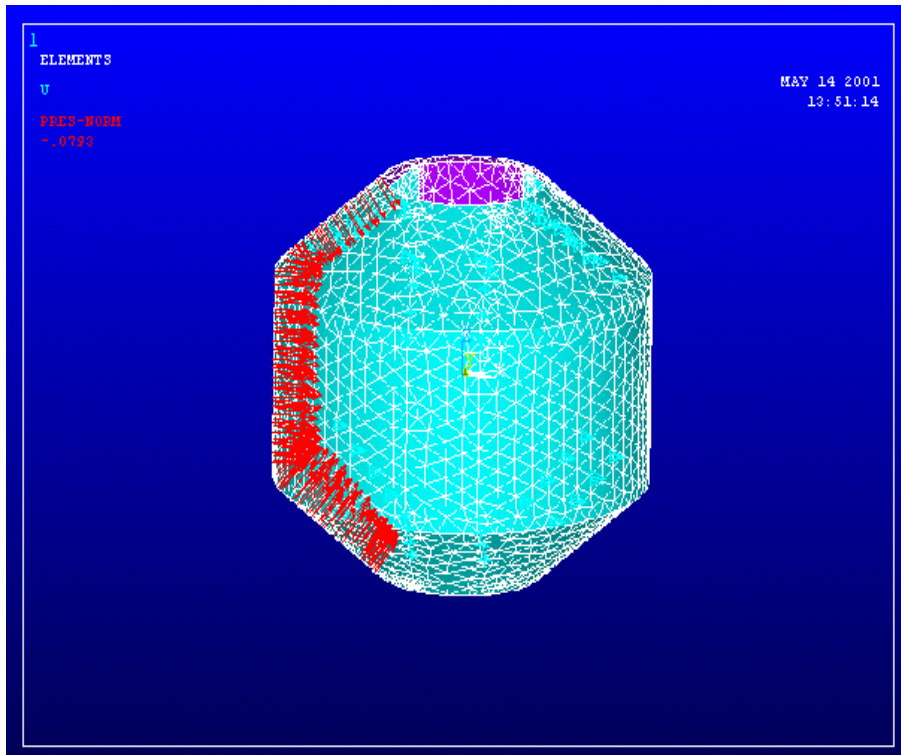
Den projektansvarlige har virket som vejleder for disse grupper. Sideløbende med disse projekter har den projektansvarlige foretaget detailkonstruktion samt styrkeberegninger i tillæg til disse.

3.1 Konstruktion af forsøgsmodel

Forsøgsmodellen er konstrueret i CAD systemet Pro/ENGINEER. Det er 3D konstruktionsværktøj, der gør det muligt at besigtige en konstruktion fotorealistisk på computeren. Dette værktøj har været et vigtigt redskab i kommunikationen med de involverede værkstedsteknikere. Det har dog ikke været tilstrækkeligt til at undgå fejlfortolkninger i designprocessen, hvilket skyldes uerfarenhed og manglende bevågenhed. Større teknisk indsigt/erfaring indenfor det bølgeenergitekniske område hos den projektansvarlige og teknikere ville kunne have imødekommet en række af de planlægningsmæssige og praktiske problemer, der har været tilstede.

3.2 Styrkeberegninger

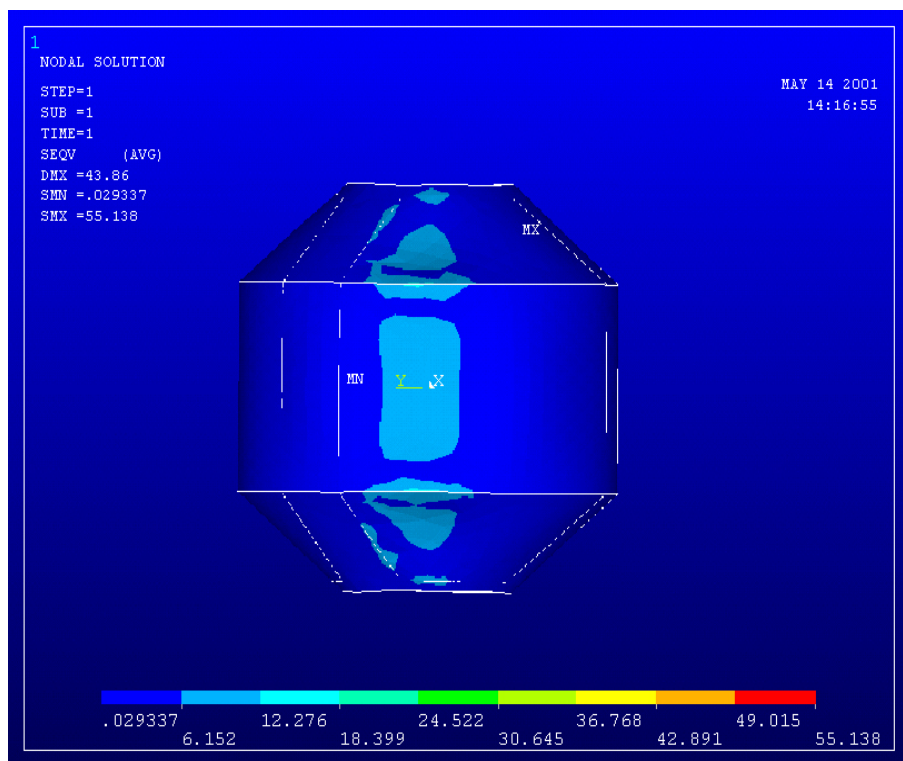
De første styrkeberegninger mod slamming i modellen. Der er taget udgangspunkt i 4m vanddybde. Slamming belastningen er bestemt af K9 gruppen og er beskrevet detaljeret i [Stub og Nielsen (2001)] og [Stub og Nielsen (2002)]. Figur 3.2, 3.1 og 3.3 viser nogle af de resultater disse to civilingeniør studerende nåede frem til. På figur 3.1 ses de formationer (meget overdrevet) slamming giver anledning til i flyderenheden.



Figur 3.1: Belastningen på ODIN som følge af bølgepåvirkninger. Lasterne er bestemt udfra software udviklet i projektarbejdet af [Stub og Nielsen (2001)] og [Stub og Nielsen (2002)].

3.3 Delkonklusion

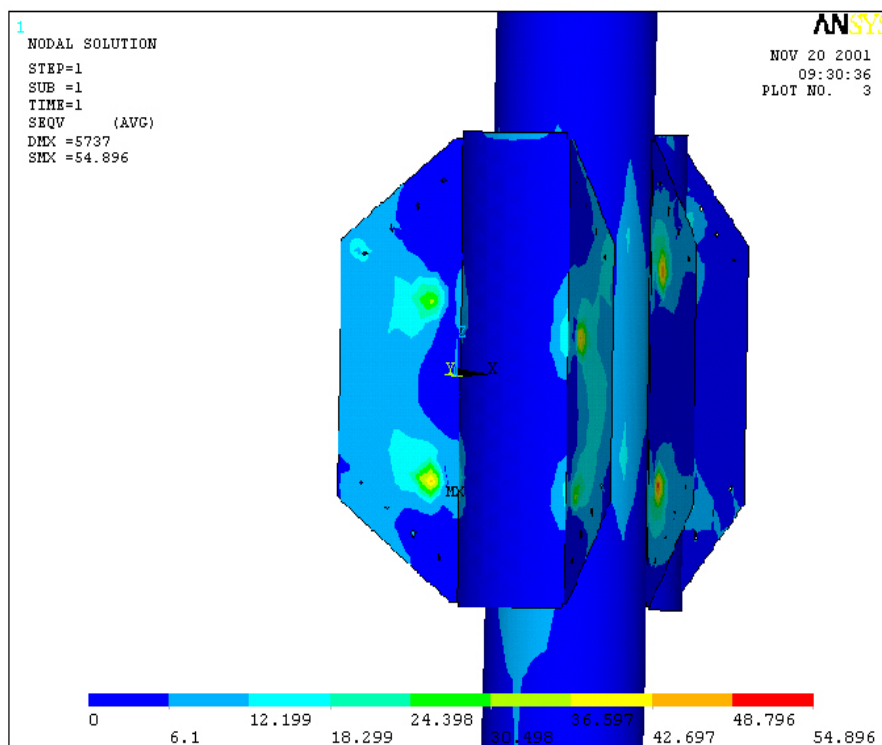
Et konstruktionsarbejde og fremstillingsarbejde er udført. Resultatet er at der foreligger teknisk dokumentation for alle komponenter i ODIN ved henvendelse til den projektansvarlige. Desuden foreligger der, som omtalt, en række tekniske projektrapporter samt avancerede numeriske beregninger med udgangspunkt i ODIN. Desuden er en række konstruktionmæssige problemer blevet kortlagt



Figur 3.2: Spændings- og deformationstilstand i ODIN som følge af beregnede slamming kræfter.

- teknikere såvel som konstruktører/forskere bør have dokumenteret teknisk indsigt indenfor, i dette tilfælde, det bølgeenergitekniske område for at kunne tage højde for en række praktiske problemstillinger
- energitransmissionen
- service- og vedligeholdelse
- drivsystem og energilagring
- styrke
- forankring

Fra et teknisk synspunkt er disse meget interessante problemstillinger som også har vist sig aktuelle eksempelvis for offshorevindmøller.



Figur 3.3: Spændings- og deformationstilstand i ODIN som følge af slamming kræfter fra den dynamiske analyse. Her kan man se de indre skotpladers deformations- og spændingstilstand fra tidsstep 3.

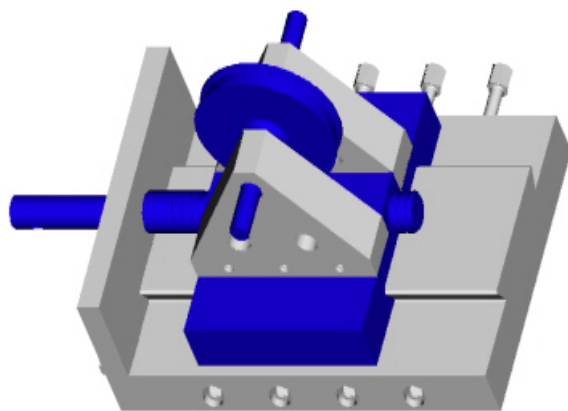
3.4 Fremstilling af forsøgsmodel

Efter at have kontaktet værkstedet på Aalborg Universitet Esbjerg, blev det valgt at foretage fremstillingen af ODIN her. Det blev tilkendegivet at det ikke var noget problem at foretage fremstillingen af de enkelte dele samt foretage samlingen af mekaniske dele, flyder og søjle.

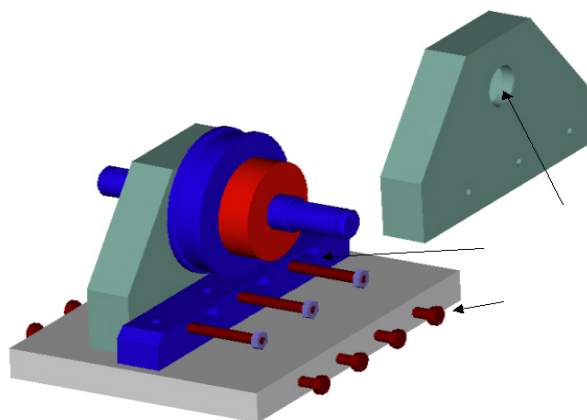
Som en del af konstruktionsprocessen blev konstruktionstegninger i form af bearbejdnings- og samlingstegninger stillet til rådighed tidligt i forløbet som nævnt tidligere. Disse kan anskaffes ved kontakt til den projektansvarlige.

Det førte til en række ændringer se figur 3.5, der blev accepteret under stigende tidspres som nævnt tidligere

- ændring af hjultilspændingssystem
- ændring af fastgørelse af hjulsystemer
- anden revision af hjultilspændingssystem



Figur 3.4: ODIN hjulsystemet - det oprindelige idegrundlag.



Figur 3.5: ODIN hjulsystemet - det reviderede hjulsystem.

Derudover er det erfaret at almindelig værkstedsmæssig omhu ikke resulterer i tilstrækkelig nøjagtighed:

- grove fræsninger se figur 3.5 ved nyt tilspændingsprincip
- grove drejninger ved hulboringer til aksler og lejer se figur 3.5
- hæftesvejsninger anvendt ved justering af hjulophæng i stedet for bolte som angivet på figur 3.5

Valsningen af de koniske endestykker samt mellemstykket se figur 4.1 er foretaget af Madsens Maskinfabrik, Esbjerg. Efterfølgende er disse dele svejset på AAUE's værksted.

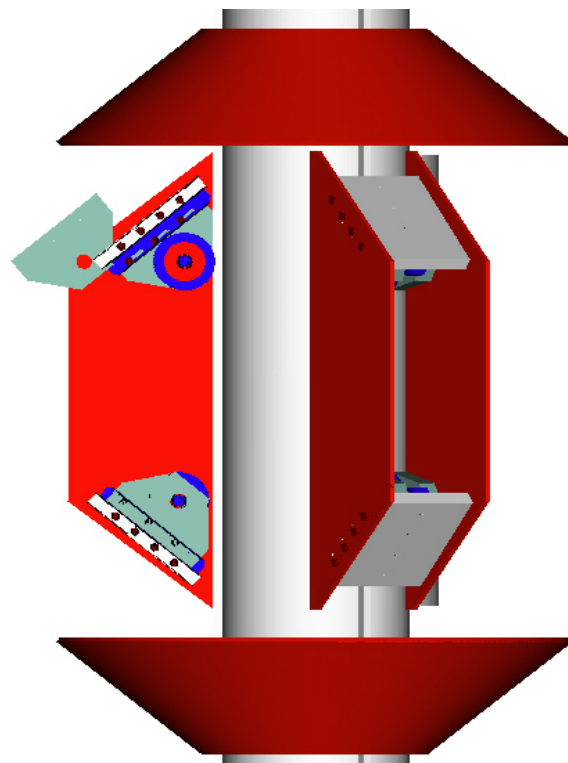
3.5 Delkonklusion

Manglende bevågenhed i gennem fremstillingsprocessen har ført til at ODIN forsøgsmodellen ikke har kunnet efterkomme krav til flydeevne samt mekanisk virkemåde.

Kapitel 4

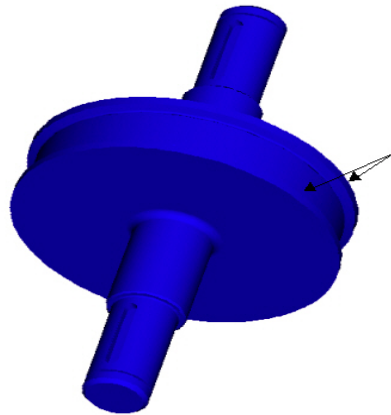
Forsøg

Der var på forhånd mistanke om problemer med det mekaniske system (friktion) samt ODIN's flydeevne. I stedet for at spilde yderligere tid samt penge på at afprøve ODIN ved Nissum Bredning og grundet de store forsinkelser i konstruktions- og fremstillingsfasen blev det besluttet at foretage forudgående forsøg i bølgebassinet på Institut for Hydraulik, Aalborg Universitet i samråd med Frede Hansen og Peter Frigaard, AAU.



Figur 4.1: Linieføringen mellem øverste og nederste hjulsystem.

Denne linieføring stiller store krav til tolerancer ved samlingen af konstruktionen ligeledes for at sikre at hjulene er parallelle og flugter vertikalt som vist på figur 4.4.



Figur 4.2: Styreflangerne på skinnehjulene bør højere for at sikre at skinnehjulene er indgreb med søjleskinnerne under alle forhold.

ODIN se figur 4.3 blev transporteret til Aalborg og klargøring blev påbegyndt ved Anders Kristensen og Frede Hansen. Denne betegnes som model 1.

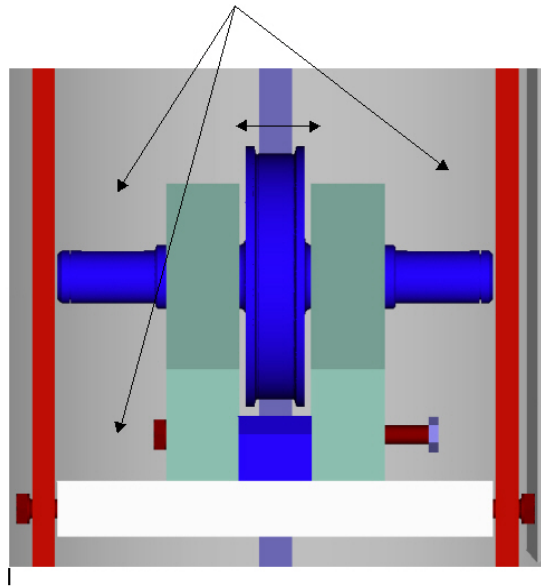


Figur 4.3: ODIN i bølgebassinet på Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning, AAU. Dette er Model 2, men ændringerne i forhold til model 1 kan ikke ses da ændringerne er under overfladen. Hele forsøget kan ses på video.

Det blev dog hurtigt erfaret at den endelige konstruktive løsning på det mekaniske system var uhensigtsmæssig se figur 4.4 med hensyn til klargøring/service/vedligehold:

- lidt plads til fastspænding og fastholdelse af hjulsystemerne
- ikke mulighed for tilspænding af hjulsystemerne i forhold til søjlen

Disse to problemstillinger gjorde klargøringen meget vanskelig og tilspænding samt centrering af flyderenheden i forhold til søjlen blev meget upræcis.



Figur 4.4: Skinnehjulene skal kunne bevæge sig aksielt på akslen for at give tilstrækkelig slør i linieføringen mellem øvre og nedre hjulsystem. Derved undgås at skinnehjulene udsættes for kantryk. Bredden på skinnehjulene viste sig at være utilstrækkelig til sikre hjulene mulighed for at bevæge sig i radiel retning.

Derudover blev der observeret nogle generelle problemstillinger med baggrund i det mekaniske systems princip:

- der skal gives mulighed for meget slør radielt i hjulsystemerne for at optage unøjagtigheder i skinneføringerne samt i linieføringen mellem øvre og nedre hjulsystemer se figur 4.1
- bredere skinnehjul se figur 4.4
- højere styreflanger på skinnehjul se figur 4.2

Dette kom til udtryk ved at konstruktionen var meget bevæge træg på grund af øget friktion mellem skinnehjulsflanger og søjleskiner. Dette tillægges hjulsystemets

manglende tilspændingsmuligheder samt radiel affjedring og ikke det anvendte akselsystem lejet i de permanentsmurte rustfrie lejer.

Trods en meget robust stålkonstruktion viste det sig allerede ved den første afprøvning at de hæfte svejsninger, der var anvendt ved hjulsystemerne ikke kunne holde. Således var et hjulsystem løs efter første testkørsel.

Den høje egenvægt gjorde at ODIN ikke kunne flyde af egen kraft. Derfor blev der forsøgt tilpasninger med traktordæk slange se figur 4.5 betegnet som model 2. Dette gjorde det muligt at foretage observationer på det mekaniske system, men ikke muligt at foretage de berammede forsøg omkring effektudtag mm.



Figur 4.5: ODIN model 2 udstyret med et traktordæk for at øge flydeevnen.

De tekniske problemer efter første testkørsel bevirkede at der blev drøftet en række tekniske tiltag for at modificere konstruktionen samt udbedre de problemer, der blev observeret:

- holderarrangement til fastholdelse af flydere
- svejsning af ødelagte svejsninger

Trods disse tiltag viser det endnu mere problematisk at foretage indstilling og tilspænding af hjulsystemerne i forhold til søjleenheden med det valgte tilspændingsprincip.

ODIN modellen model 3 se figur 4.3 søsættes og tilspændingen lettes omend stadig besværlig. Det viser sig at systemet nu er så bevægetrægt at selv med benyttelse af flere flyderlegemer er det ikke muligt at få ODIN til bevæge sig af egen kraft.

Grundet den lange periode i vand og ingen rustbeskyttelse menes at være den overvejende årsag til at specielt det radielle slør er reduceret som følge af øget friktion, hvilket yderligere betyder øget friktion i føringerne mellem hjulflanger og skinner.

Hele forsøgsserien er dokumenteret på video. Der kan indhentes en kopi af denne ved henvendelse til den projektansvarlige. Det blev således besluttet at aflyse afprøvning ved Nissum Bredning.

4.1 Delkonklusion

På trods af et forholdsvis enkelt mekanisk system, kræver det anvendte princip stadig forholdsvis fine tolerancer for at fungere tilfredstillende. Ydermere udsættes konstruktionen for miljøpåvirkninger og det har vist sig at blot påvirkning af vand vil være nok til at øge friktionen i de mekaniske hjulføringer. Det vil givet ikke blive løst trods konstruktive ændringer i de anvendte princip.

Kapitel 5

Resultater

ODIN projektet startede i AAUE's regi i 1999 og har siden dannet grundlag for en række aktiviteter i uddannelsesmæssigt og forskningsmæssigt øjemed. Der er således opnået:

- øget synlighed:
 - en række ingeniørstuderende for kendskab til emnet
- at en række tekniske problemstillinger er behandlet og afdækket gennem et praktisk forsøg:
 - mekanisk friktion afgørende for konstruktionens ydeevne/funktion
 - service og vedligehold problematisk
- øget indblik i problemer vedrørende offshoreteknik:
 - der er udviklet software programmer direkte med sigte på simulering af bølgepåvirkninger samt beregning af effekt
 - fokus på materialevalg og valg tekniske løsninger med henblik på off-shoredrift

Desværre er der ikke opnået mulighed for at studere bølgelasters påvirkning af offshorestrukturer i virkeligheden samt ved modelforsøg, hvilket var en af intentionerne med projektet. Det blev heller ikke muligt at

- foretage kraftmålinger (vandret kraft), flytningsmålinger (heave) samt effekt-målinger
- foretage forsøg til vurdering af betydningen af flyderens form og masse
- foretage styrkemålinger (strain gauge) på flyderenheden
- foretage styrkemålinger (strain gauge) på søjleenheden

da ODIN ikke overlevede den første forsøgsrække.

Det vurderes dog at det har været muligt at observere ODIN's mekaniske virkemåde og opførsel.

Kapitel 6

Konklusion

Det kan konkluderes at projektet har været en fiasko da ODIN ikke overlever første forsøgsrække samt fungerer dårligt.

Projektets formål "afprøvning ved Nissum Bredning" er således ikke blevet opfyldt.

Der kan dog drages en række konstruktive konklusioner i forhold til senere projekter af samme type:

- projekter af denne art bør anvende et af bølgeudvalget godkendt laboratorium og/eller værksted til projektering og fremstilling
- der bør udpeges en projektansvarlig på forskningssiden samt en ansvarlig på projekteringssiden

Derved sikres at systemerne fremstilles på laboratorier/værksteder med den nødvendige ekspertise eller laboratorier/værksteder, der har interesse og/eller ansvar for projektets gennemførelse. Dette vil minimere tidsforbruget og omkostningerne mest muligt ved denne type projekter. Desuden vil kvaliteten af de videnskabelige forsøg blive forbedret.

Der er foretaget en avancerede numeriske beregninger på ODIN konstruktionen som har givet Aalborg Universitet Esbjerg mulighed for at opbygge viden indenfor bølgehydraulik området samt indenfor anvendelse af dynamisk ikke-lineær elementmetode ved elementprogrammet ANSYS.

Der er således opbygget software til simulering af bølgers påvirkning af offshorekonstruktioner ved Esko Theilgaard og Allan Zeeberg Rod Jensen . Dette software er tilgængelig for interesserede.

Problemstillinger:

- flydeevne i forhold til overlevelse og mekaniske virkemåde
- revurdering af det mekaniske system med fokus på minimering af friktion
- effektoverførsel

- service og vedligehold

Litteratur

- [Frigaard og Koefoed (1998)] Frigaard, P.; Koefoed, Jens P. 1998: Indledende hydrauliske undersøgelser af bølgeenergianlægget ODIN. Forskningsrapport, Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning, Aalborg Universitet.
- [Jensen (2002)] Jensen, A. Z. 2002: Simulering af kompakte offshore konstruktioners bevægelser. 10. semester afgangprojekt, Institut for Kemi og Anvendt ingeniørvidenskab, Aalborg Universitet Esbjerg.
- [Jensen (1999)] Jensen, M. F. et al. 1999: Construction of a hydraulic transmission system on the waveenergy machine ODIN. Projektrapport 8. semester olie & gas, Institut for Kemi og Anvendt ingeniørvidenskab, Aalborg Universitet Esbjerg.
- [Klein (1999)] Klein, T. et al. 1999: Floater design - construction of a waveenergy machine. Projektrapport 8. semester olie & gas, Institut for Kemi og Anvendt ingeniørvidenskab, Aalborg Universitet Esbjerg.
- [Petersen og Madsen (1999)] Petersen, K. N.; Madsen, H. 1999: Konstruktion af kraftoverførende maskinelementer og mekanismer i bølgeenergi modellen ODIN. 7. semester afgangprojekt diplom, Institut for Kemi og Anvendt ingeniørvidenskab, Aalborg Universitet Esbjerg.
- [Stub og Nielsen (2001)] Stub, T.; Nielsen, J. 2001: Strength analysis of the waveenergy machine ODIN. 9th semester thesis, Institut for Kemi og Anvendt ingeniørvidenskab, Aalborg Universitet Esbjerg.
- [Stub og Nielsen (2002)] Stub, T.; Nielsen, J. 2002: Static and dynamic strength analysis of ODIN. Master thesis, Institut for Kemi og Anvendt ingeniørvidenskab, Aalborg Universitet Esbjerg.

Bilag 1

Program for PMG møde.

Dagsorden:

12:00 Afhentning på Ydby Station.

12:15 Frokost

13:00 Præsentation af "Odin"

13:30 Præsentation af "Paraplyflyder"

14:00 Præsentation af "Forstudie til PMG prototype til bølgekraft"

14:30 Debat

16:00 Mødet slut

16:14 Togafgang, Ydby Station

Med venlig hilsen

Lars Yde

Projektleder



Folkecenter for Renewable Energy

Nordvestjysk Folkecenter for Vedvarende Energi

Kammersgaardsvej 16, DK-7760 Hurup Thy, Denmark

Web : www.folkecenter.dk , email : energy@folkecenter.dk

tel : +45 97 95 66 00 , fax +45 97 95 65 65

Bilag 1

Program for PMG møde.

Subject: Program for PMG møde.

Date: Fri, 27 Apr 2001 09:53:18 +0100

From: "Lars Yde" <ly@4yde.fsnet.co.uk>

To: <ask@auc.auc.dk>, <wave@mail.mira.dk>, "Preben Maegaard" <pm@folkecenteret.dk>, "Aage Larsen" <aael.dk@teliamail.dk>, <gylding@christiania.org>, <kim@ramboll.dk>, <lws@dmj-online.dk>, <loewenmark@city.dk>

Program for møde ang. PMG til bølgekraft. 1-5-01

Deltagere:

Anders Christensen,

AUC Esbjerg, 79127666, 26998403, ask@auc.auc.dk, Odin

Stig Vindelev

Bølgekraftforeningen, 97956188, 40316188, wave@mail.mira.dk, Parplyflyder

Preben Maegaard

Folkecenteret, 97956600, pm@folkecenteret.dk, FC's PMG-bølgekraftgruppe

Lars Yde

Folkecenteret, 0044 1296 339269, ly@folkecenteret.dk, FC's PMG-bølgekraftgruppe

Aage Larsen

TM-Consult, 43730976, 4060274, aael.dk@teliamail.dk, FC's PMG-bølgekraftgruppe.

Karsten Gylding

Folkecenteret, 32573809, gylding@christiania.org, FC's PMG-bølgekraftgruppe

Afbud fra:

Kim Nielsen

Ranmbøll, 45988441, kim@ranmboll.dk, Point Absorber.

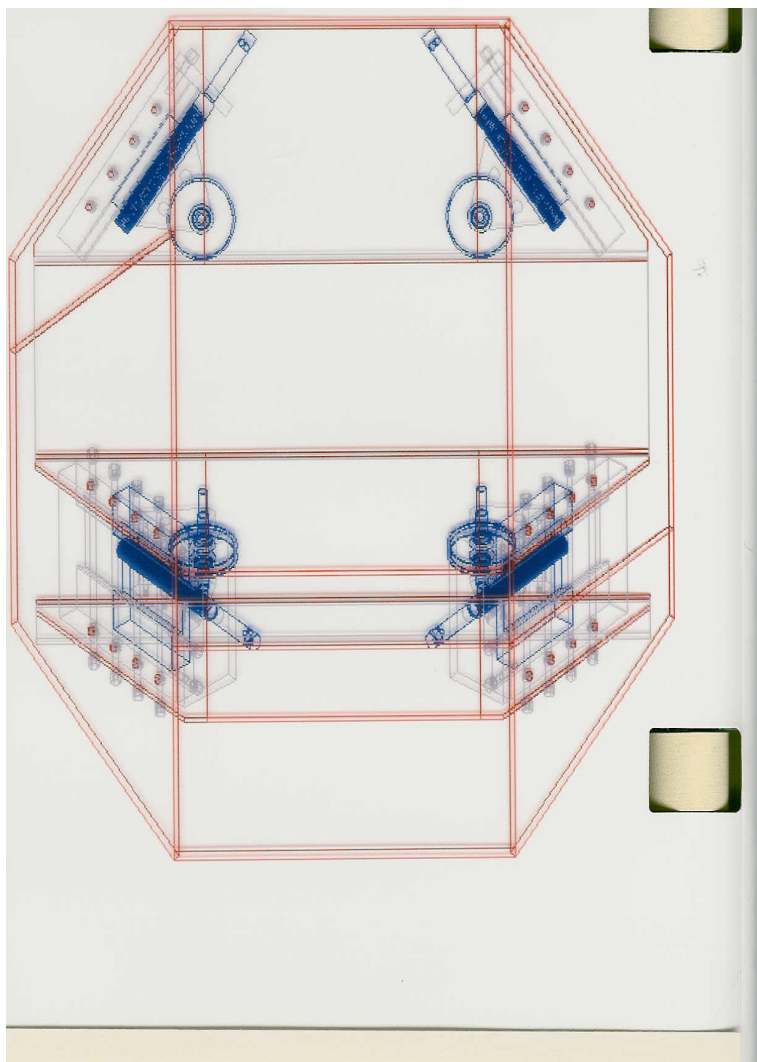
Leif Wagner Smitt

DMI, 45879325, lws@dmj-online.dk, Wave Plunger.

Erik Friis-Madsen

Löwenmark, 35370211, loewenmark@city.dk, Wavv Dragon.

Bilag 1



Uddrag fra præsentationen.

Copyright © 2002 Anders Schmidt Kristensen

Reproduktion af materialet indeholdt i denne rapport er tilladt forudsat at kilden er angivet. Kopier kan erhverves ved at kontakte Anders Schmidt Kristensen, Institut for Kemi og Anvendt ingeniørvidenskab, Aalborg Universitet Esbjerg, Niels Bohrs Vej 8, DK-6700 Esbjerg, Danmark. Telefon +45 79 12 76 66, FAX +45 75 45 36 43. Spørgsmål og kommentarer er velkomne og kan rettes til forfatteren på den ovennævnte adresse eller e-mail: ask@auc.auc.dk

Trykt på Aalborg Universitet Esbjerg, November 2002.